

Forschungskolloquium AR/VR

Remote AFIS: Remote Tower meets VR

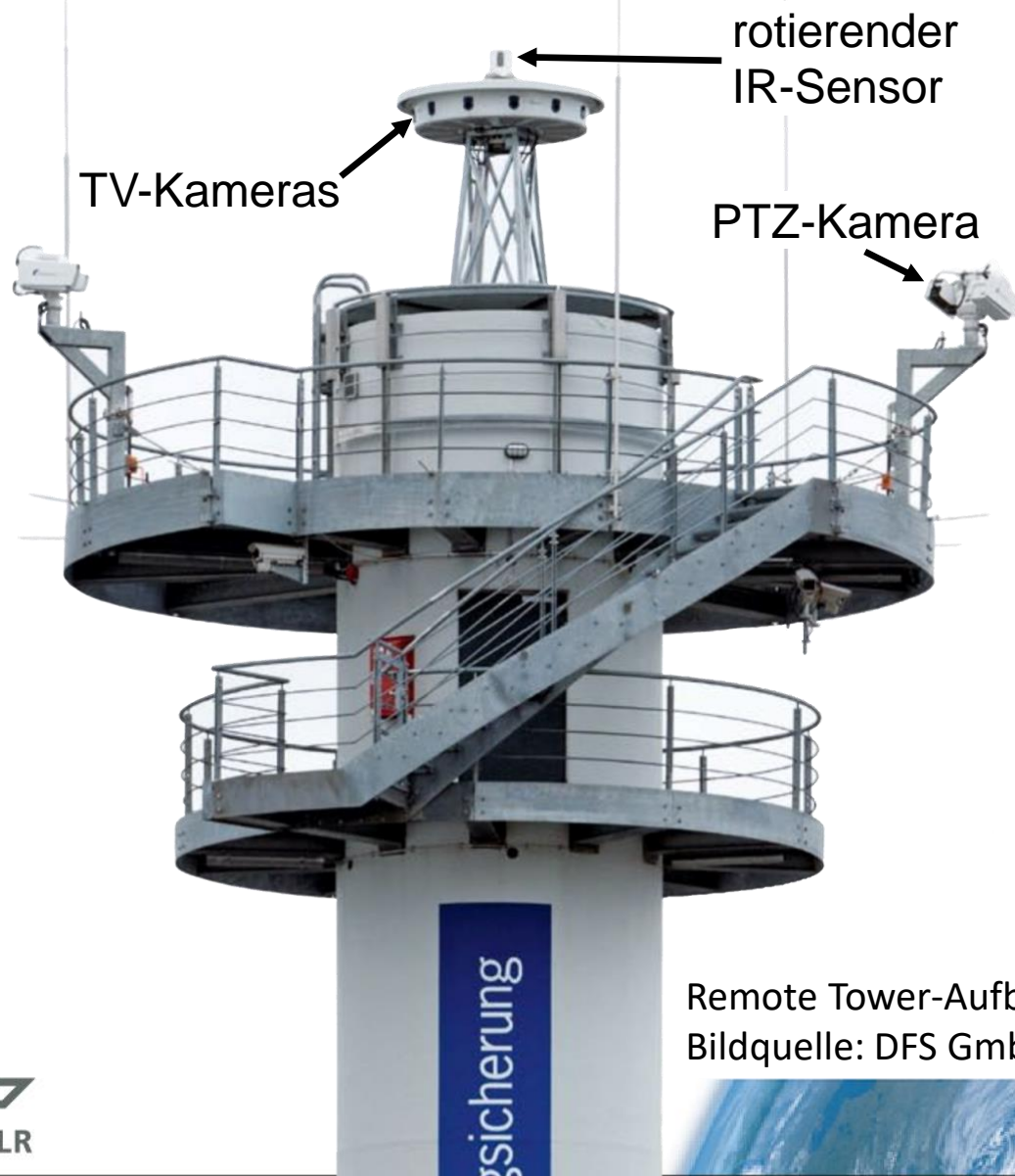
Fabian Reuschling
DLR Braunschweig



Wissen für Morgen



Remote Tower

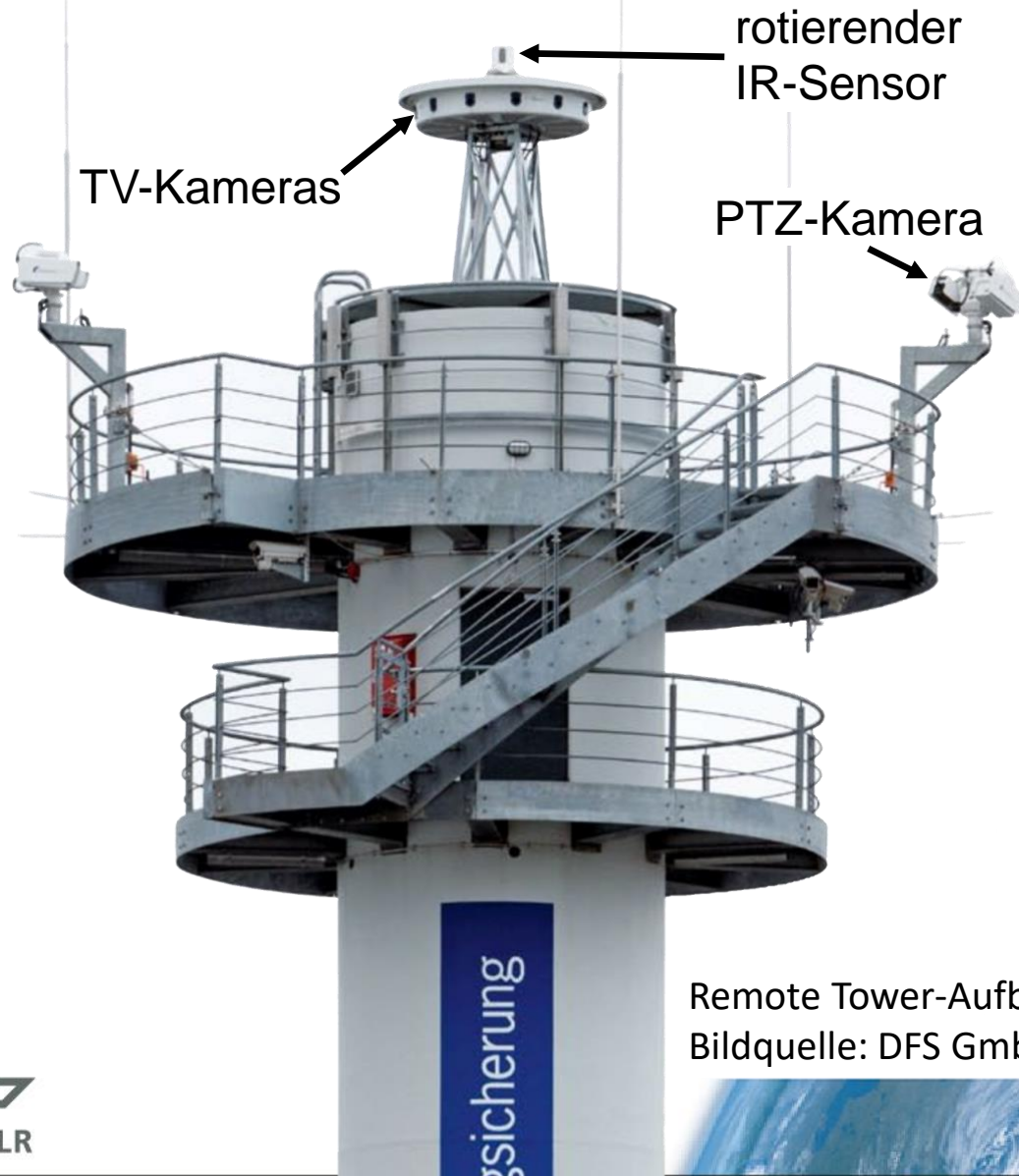


Remote Tower-Aufbau in Saarbrücken und Lotsenarbeitsplatz in Leipzig
Bildquelle: DFS GmbH

Motivation der Remote AFIS-Lösung



Motivation



- Flugplätze mit geringeren Umsätzen können sich keinen Remote Tower leisten

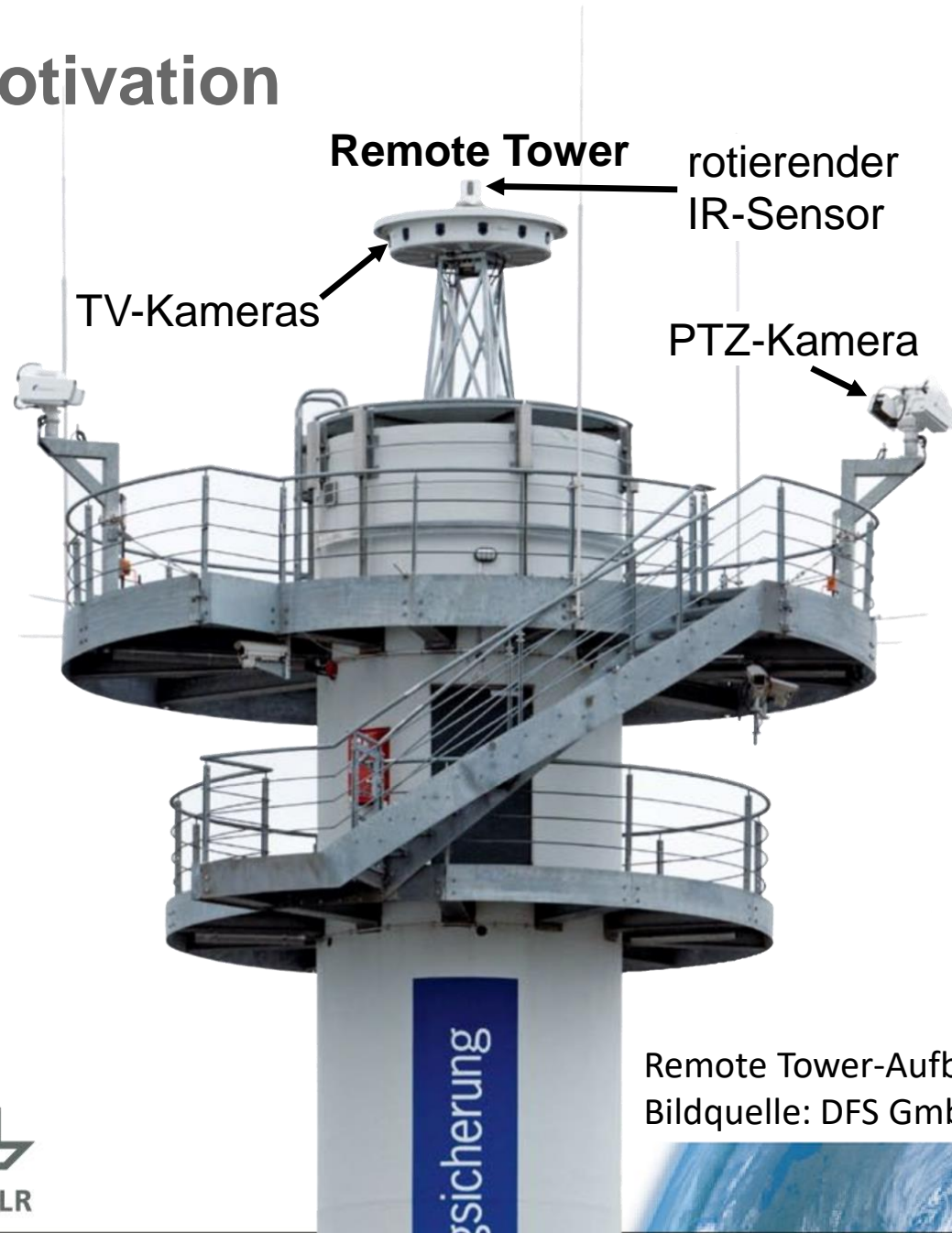
aber

- Tendenziell weniger Verkehr
- weniger kommerzieller Luftverkehr, weniger IFR Betrieb
- ANS-Level meist niedriger (AFIS oder UNICOM)

➔ weniger umfangreiche RT Aufbauten möglicherweise ausreichend



Motivation

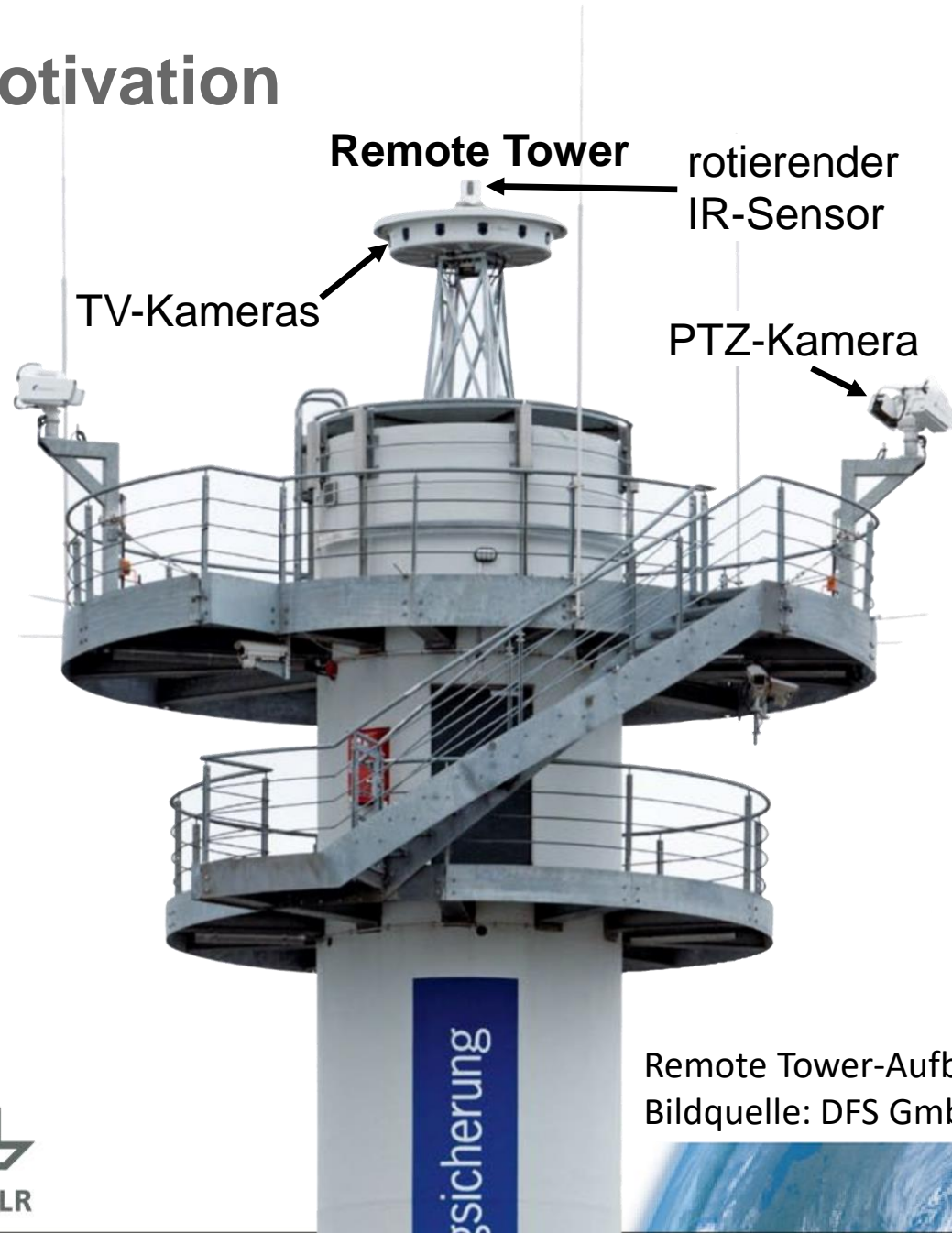


Remote AFIS



Remote Tower-Aufbau in Saarbrücken
Bildquelle: DFS GmbH

Motivation



Remote Tower-Aufbau in Saarbrücken
Bildquelle: DFS GmbH

Remote AFIS



Forschungsfragen

Ist eine kostengünstige Remote Tower-Lösung mit einer PTZ-Kamera als Kernstück machbar?

und

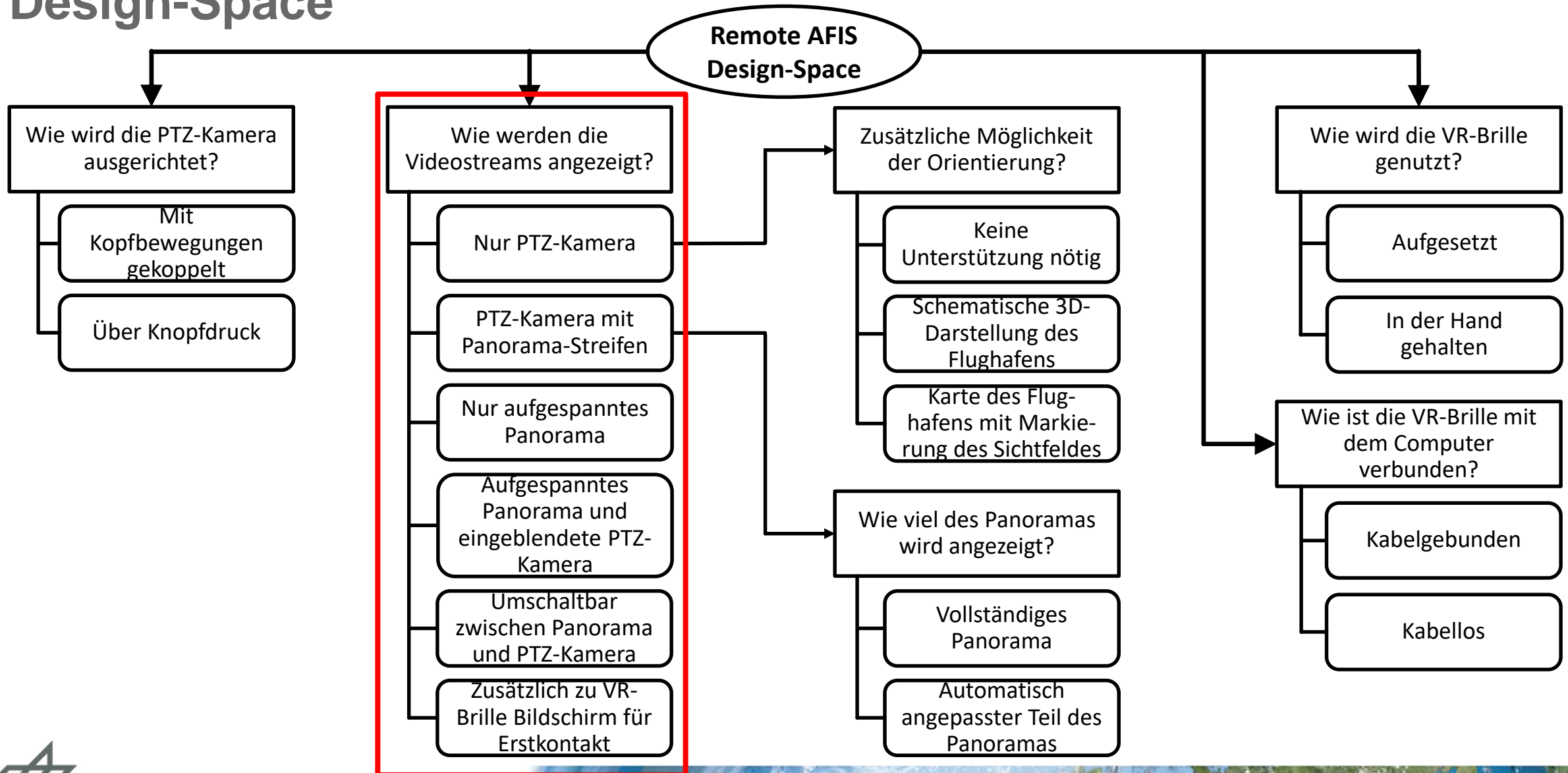
Eignet sich eine Virtual Reality-Brille als Anzeige- und Kontrollelement?



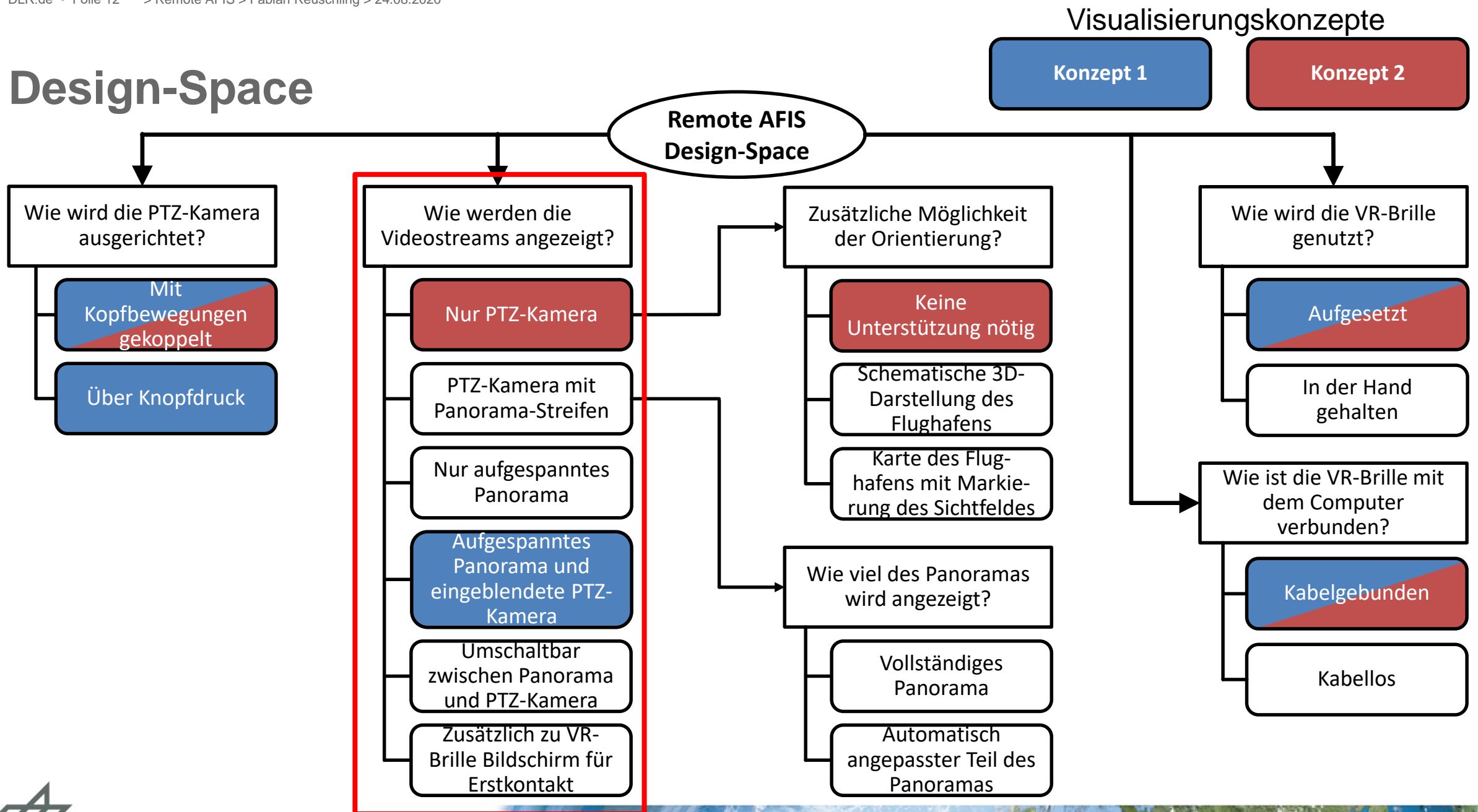
Design der Remote AFIS-Lösung



Design-Space



Design-Space



Visualisierungskonzepte

Konzept 1 (Panorama + PTZ)



Eingeblendeter
Videostream
der PTZ-Kamera

Ausschnitt des Videostreams
der Panorama-Kamera

Konzept 2 (PTZ)



Videostream
der PTZ-Kamera



Visualisierungskonzepte

Konzept 1 (Panorama + PTZ)



Eingeblendeter
Videostream
der PTZ-Kamera

Ausschnitt des Videostreams
der Panorama-Kamera

Konzept 2 (PTZ)



Videostream
der PTZ-Kamera

Vergleichskonzept

Videostream
der PTZ-Kamera



Videostream
der Panorama-Kamera

Funktionsnachweis der Remote AFIS-Lösung



Funktionsnachweis



Funktionsnachweis



Bewertungsgrundlage

- Objektive Daten (Konzepte 1 und 2)
 - Aktuelle Bildrate
 - Nutzungszeit
 - Winkelgeschwindigkeit der VR-Brille
- Fragebögen
 - System Usability Scale
 - SHAPE Automation Trust Index
 - Simulator Sickness Questionnaire
 - Taylor-Made Fragen
 - Situationsbewusstsein
 - Maximal mögliche Arbeitszeit
 - Rangfolge der Konzepte
- Kommentare der Probanden



Funktionsnachweis



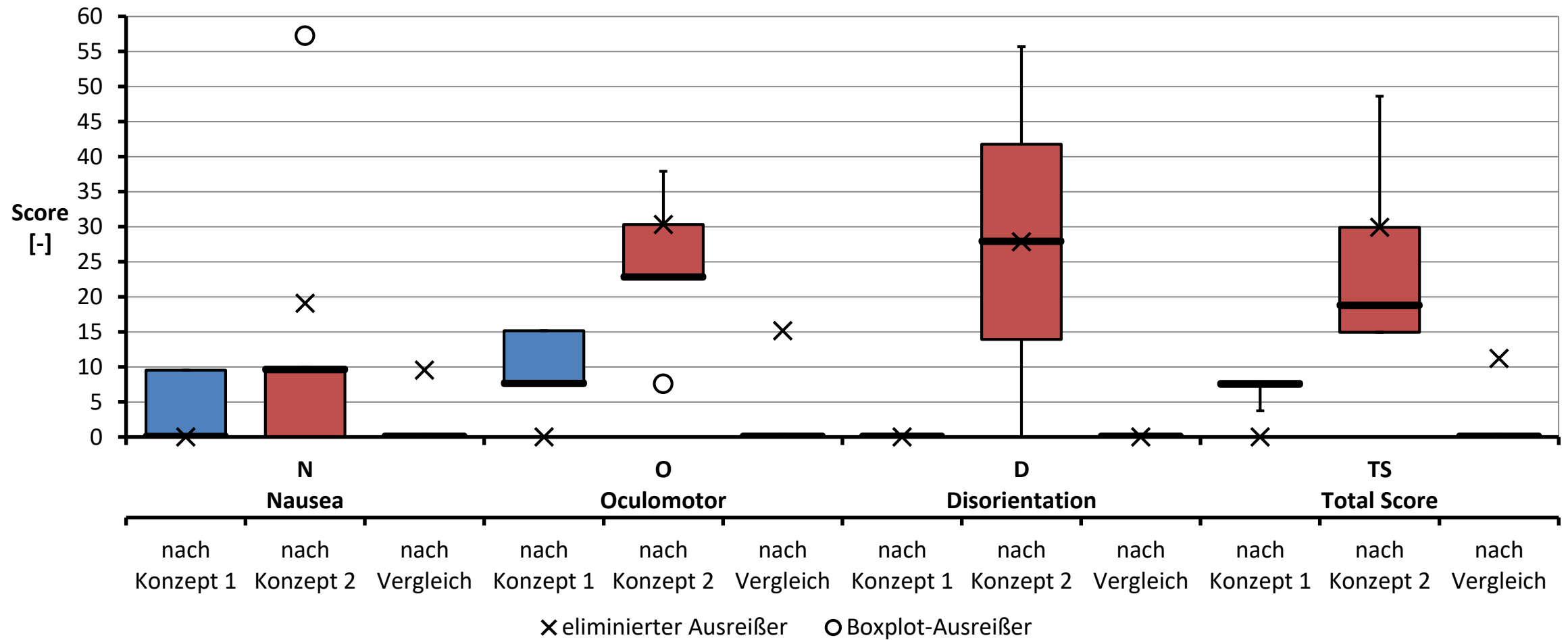
Bewertungsgrundlage

- Objektive Daten (Konzepte 1 und 2)
 - Aktuelle Bildrate
 - Nutzungszeit
 - Winkelgeschwindigkeit der VR-Brille
- Fragebögen
 - System Usability Scale
 - SHAPE Automation Trust Index
 - **Simulator Sickness Questionnaire**
 - Taylor-Made Fragen
 - Situationsbewusstsein
 - Maximal mögliche Arbeitszeit
 - **Rangfolge der Konzepte**
- Kommentare der Probanden

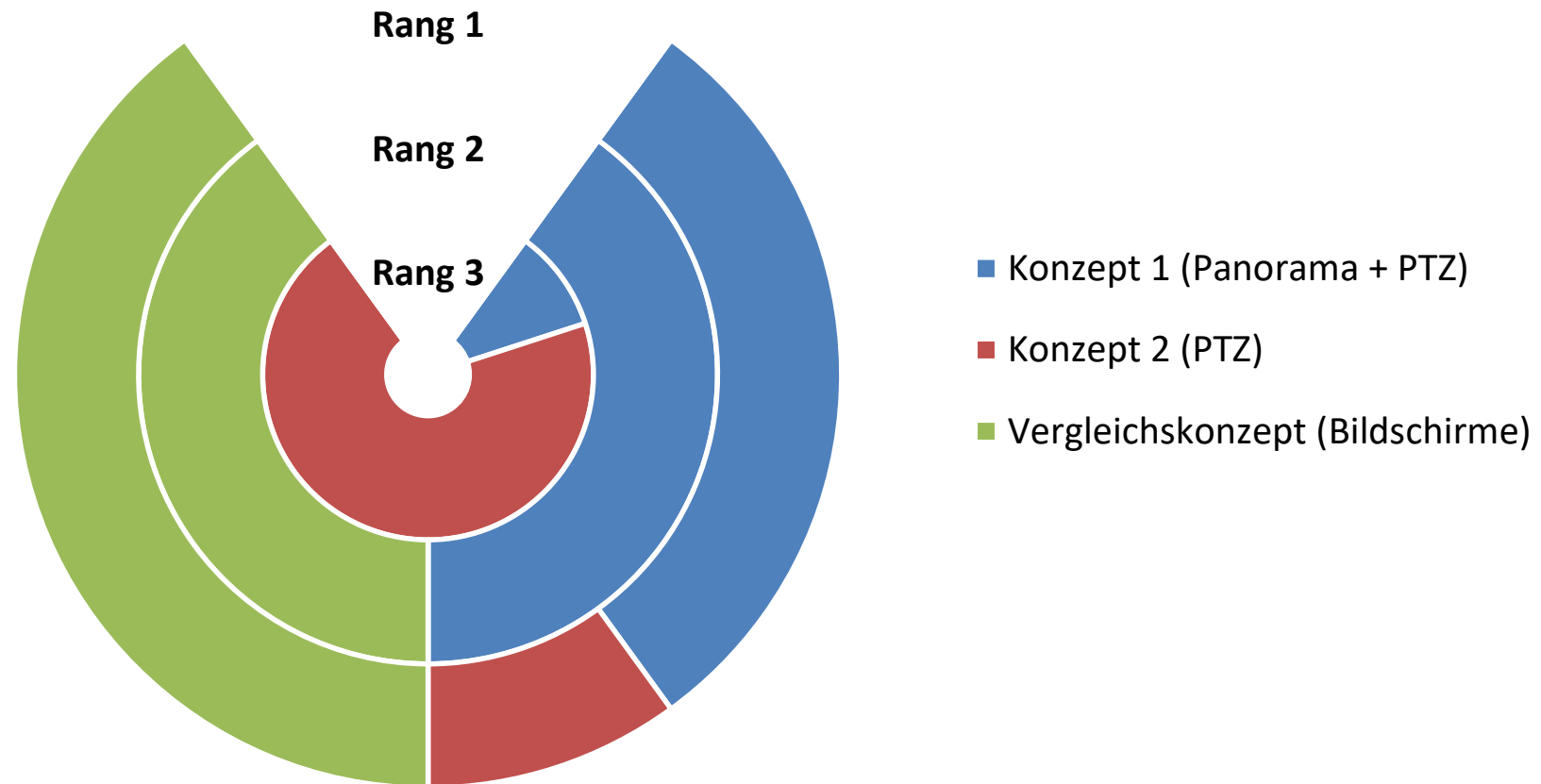


Ergebnisse

Simulatorkrankheit (Cybersickness)



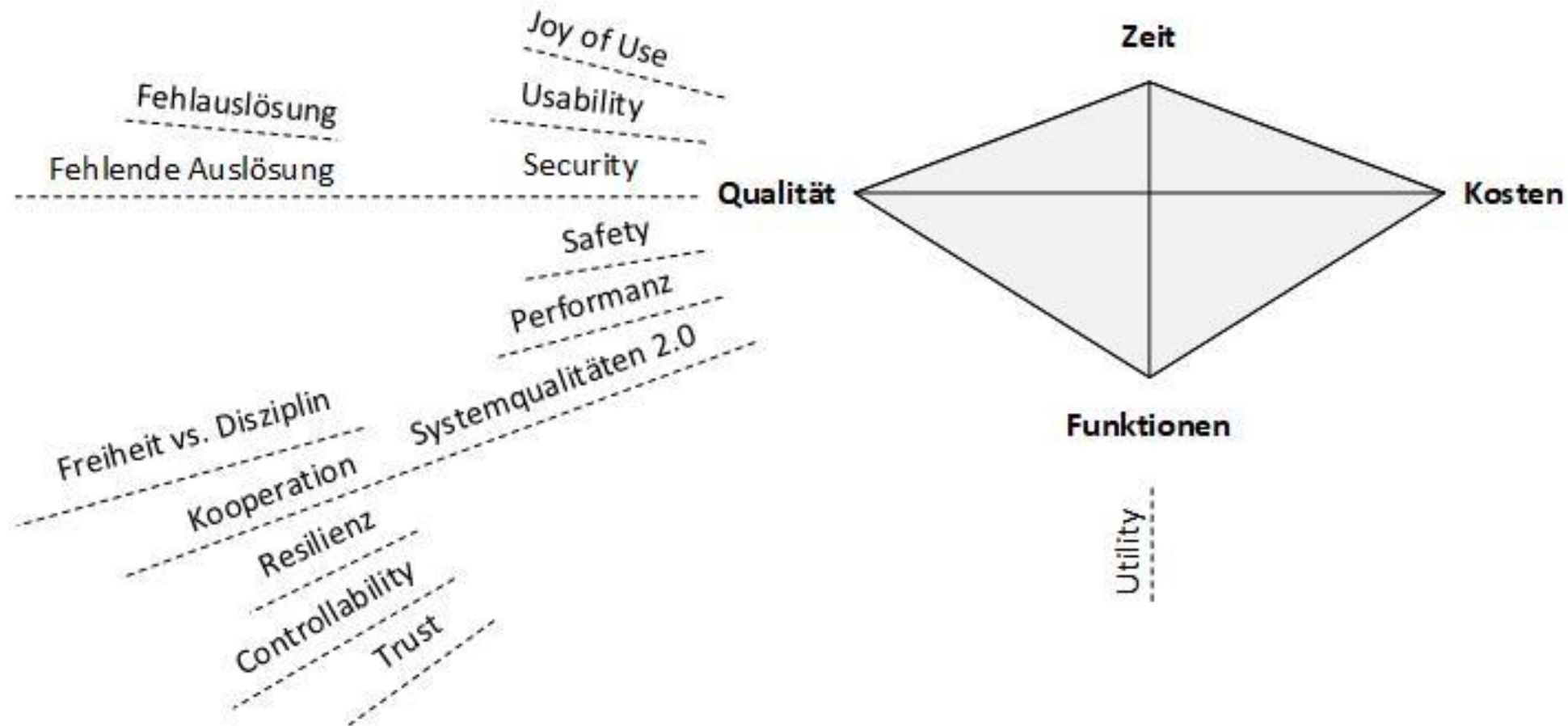
Ergebnisse Rangfolge



Bewertung der Remote AFIS-Lösung

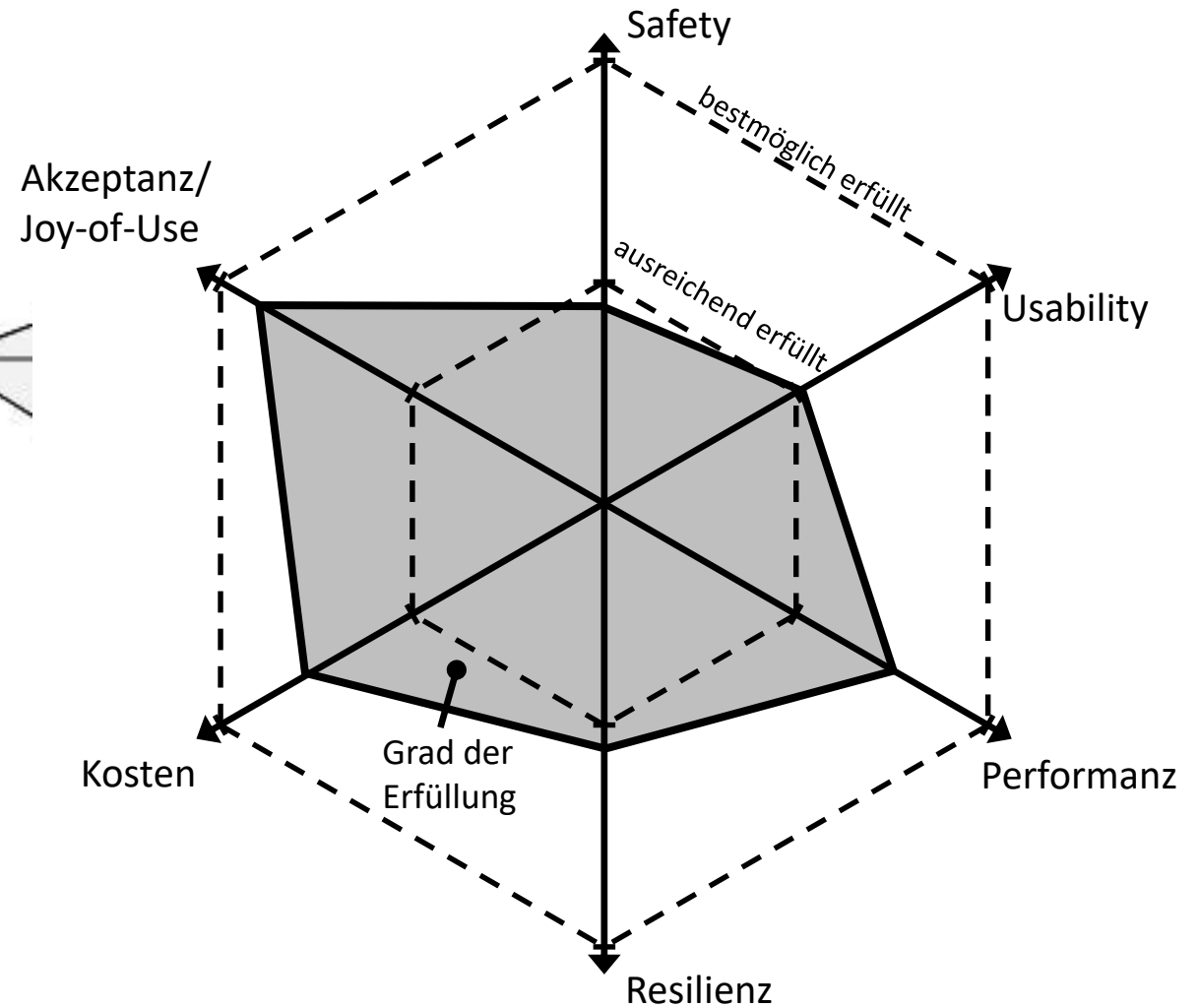
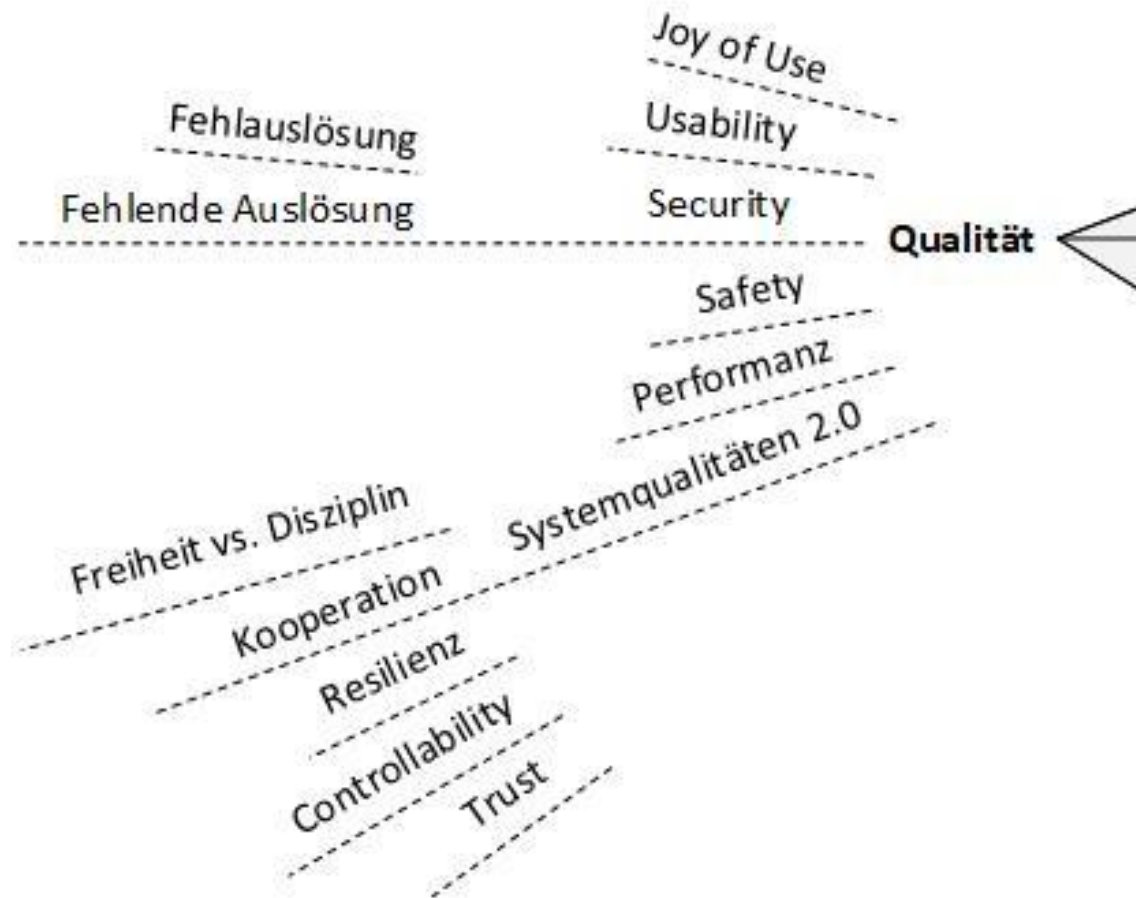


Systembewertung



Erweitertes Teufelsquadrat nach Flemisch, Meyer, Baltzer, Sadeghian und Baier, 2019

Systembewertung



Erweitertes Teufelsquadrat nach Flemisch, Meyer, Baltzer, Sadeghian und Baier, 2019

Systembewertung

Fragebogen		Systemqualität				
		Safety	Usability	Performanz	Resilienz	Akzeptanz
SUS			1			1
	Nutzen		1			1
	Zuverlässigkeit	1	1	1	1	1
SATI	Sicherheit	1	1	1	1	1
	Verständlichkeit		1	1		1
	Genauigkeit	1		1		1
	Robustheit			1	1	
SSQ-TS		1	1	1	1	1
Situationsbewusstsein	Ausreichender Überblick möglich	1		1	1	
	Anflüge frühzeitig erkennbar	1		1	1	
	Abflüge ausreichend verfolgbar	1		1	1	
	Verkehr sicher überwachbar	1			1	1
Arbeitszeit			1			1
Rangfolge						1

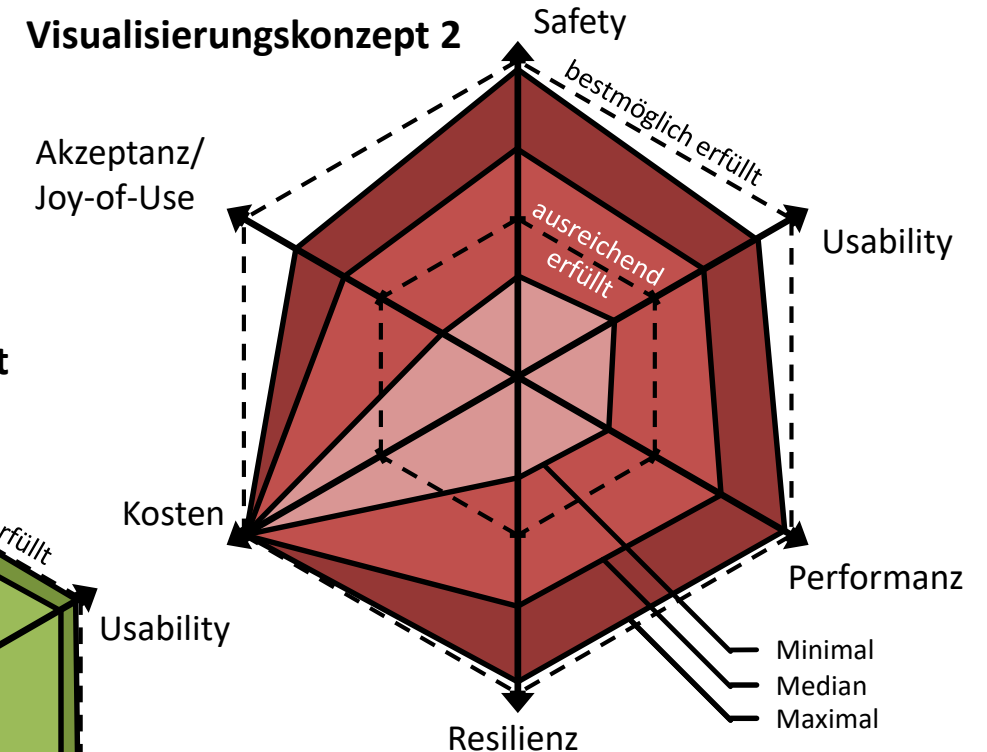
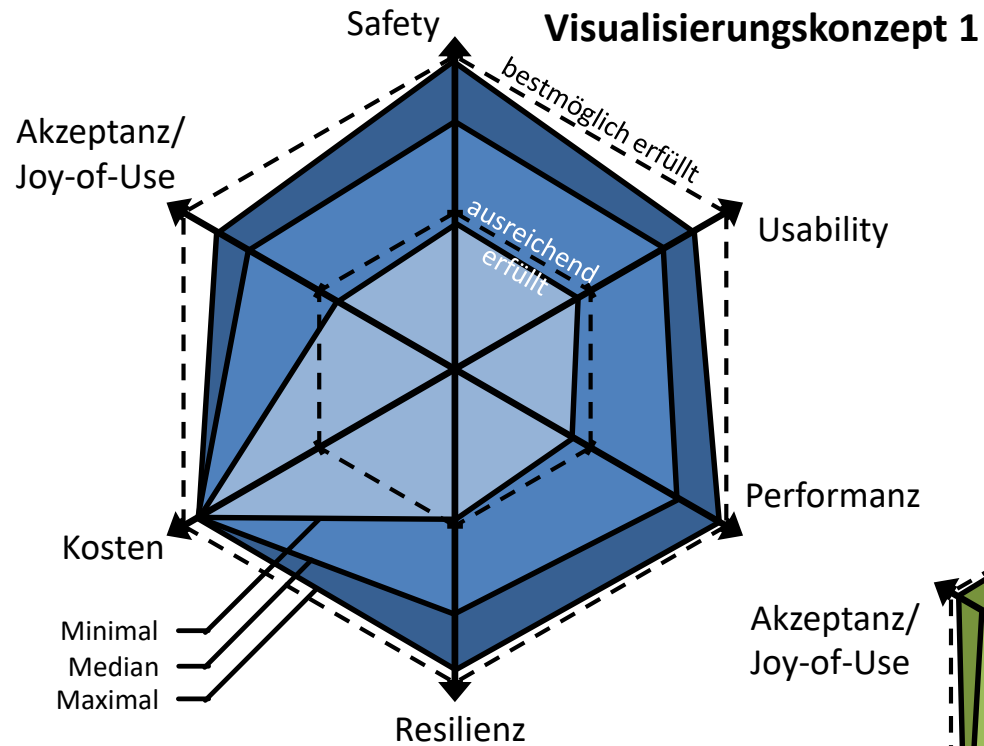


Systembewertung

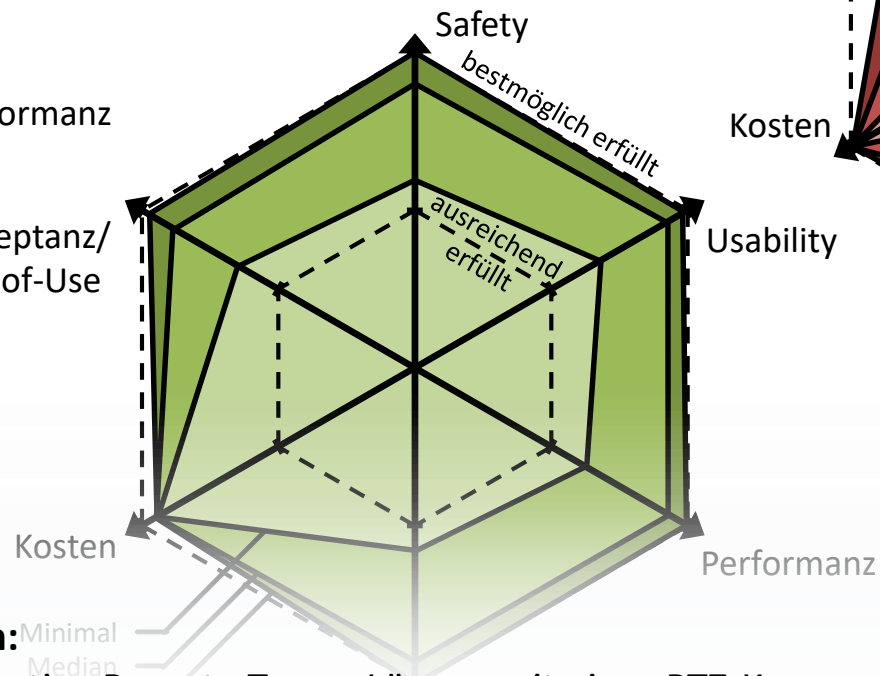
Fragebogen		Systemqualität					Werte	
		Safety	Usability	Performanz	Resilienz	Akzeptanz	ausreichend	bestmöglich
SUS			1			1	52	100
SATI	Nutzen		1			1	3	6
	Zuverlässigkeit	1	1	1	1	1	3	6
	Sicherheit	1	1	1	1	1	3	6
	Verständlichkeit		1	1		1	3	6
	Genauigkeit	1		1		1	3	6
	Robustheit			1	1		3	6
SSQ-TS		1	1	1	1	1	30	0
Situationsbewusstsein	Ausreichender Überblick möglich	1		1	1		3	6
	Anflüge frühzeitig erkennbar	1		1	1		3	6
	Abflüge ausreichend verfolgbar	1		1	1		3	6
	Verkehr sicher überwachbar	1			1	1	3	6
Arbeitszeit			1			1	30	480
Rangfolge						1	8	16



Systembewertung



Vergleichs- Visualisierungskonzept



Forschungsfragen:

Ist eine kostengünstige Remote Tower-Lösung mit einer PTZ-Kamera als Kernstück machbar?

Eignet sich eine Virtual Reality-Brille als Anzeige- und Kontrollelement?

Ausblick



- Verbesserung der Implementierung
- Zusammenführung mit Interaktionskonzepten
- Berücksichtigung der Vorschläge
- Erweiterung auf 360 Grad-Panorama (abgeschlossen)
- Erweiterung der Funktionalität
- Bewertung unterschiedlicher Wetterbedingungen und besonderer Situationen
- Validierung im operationellen Testbetrieb (geplant)



Demonstration

Remote AFIS

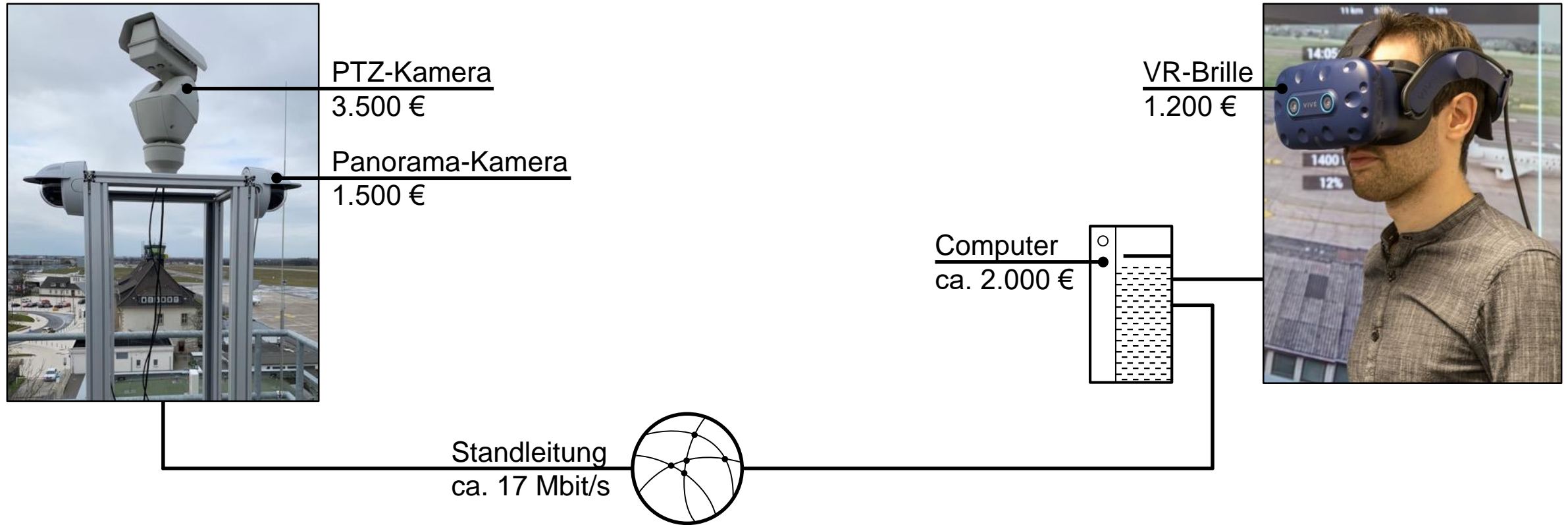
Kurzdemo



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**



Testaufbau



Gesamtkosten: ca. 10.000 €
+ Standleitung
+ evtl. Software
+ sonstiges

Forschungskolloquium AR/VR

Remote AFIS: Interaktionskonzepte und Design für VR

Bachelorarbeit von
Christian Blessmann



Wissen für Morgen



Recherche

Anforderungen an das User Interface

Nutzungskontext

AFISO

Arbeitsaufgaben und -abläufe

Arbeitsmittel und Ausrüstung

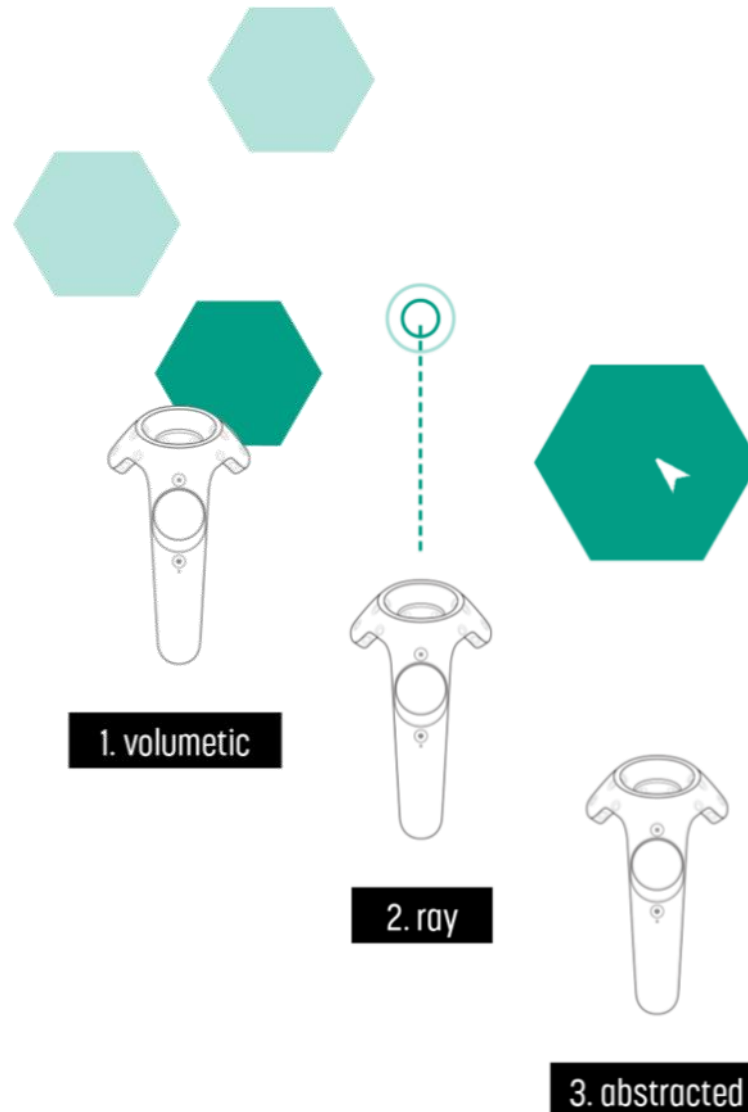
Soziale Umgebung

Physische Umgebung

Nutzungsanforderungen

Systemanforderungen

Interaktionskonzepte



Mögliche Hardware

3Dconnexion



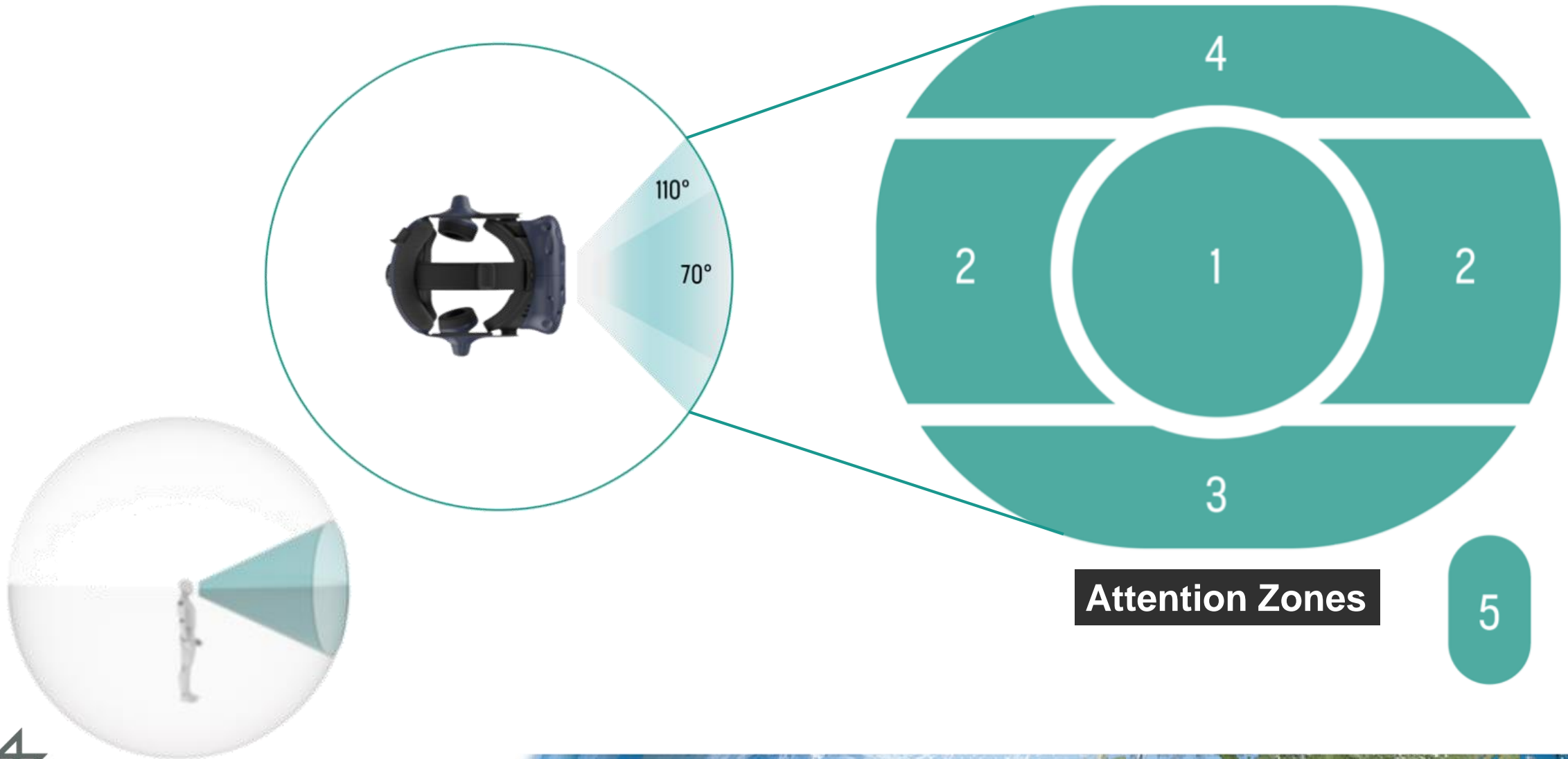
VIVE PRO



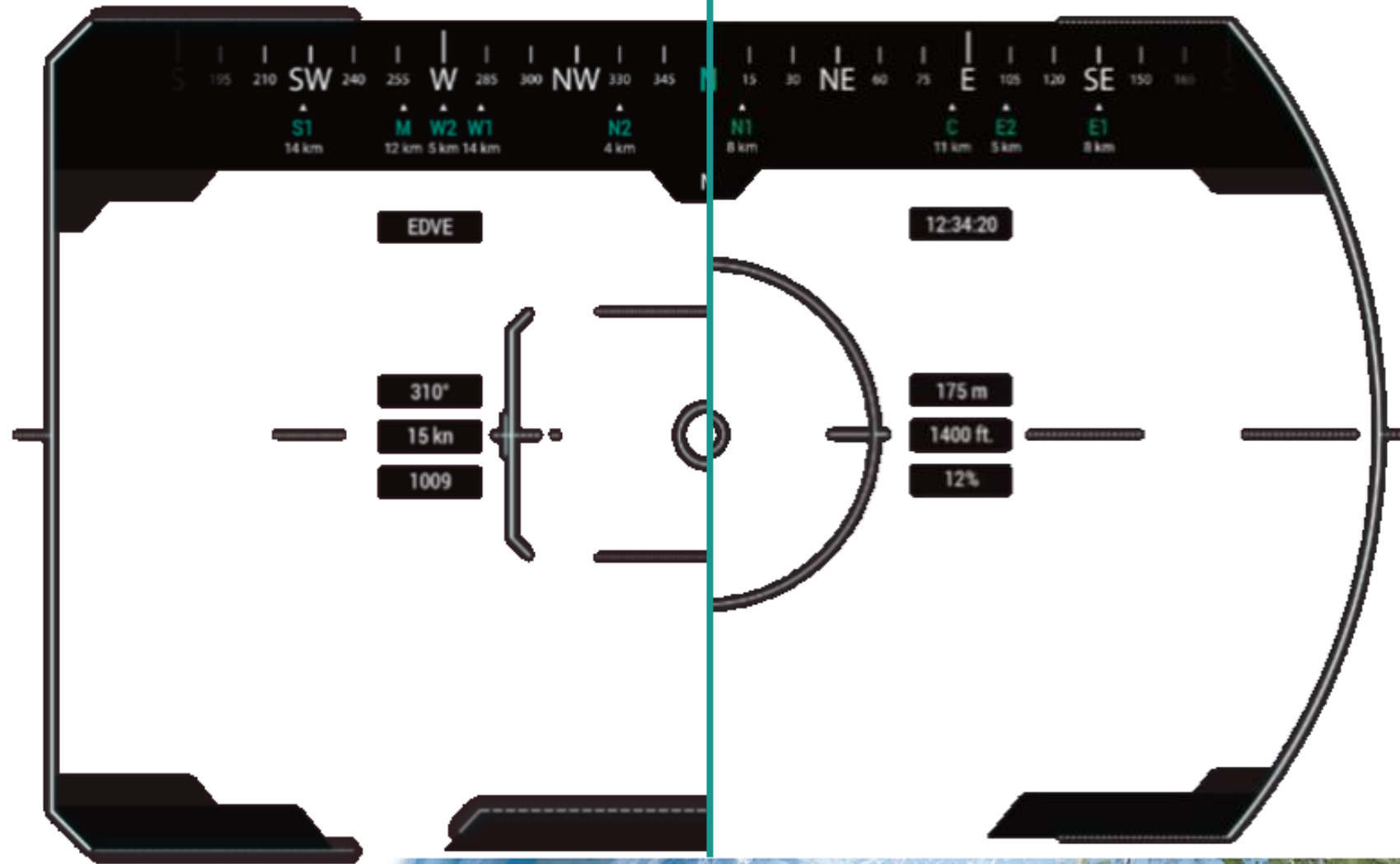
LEAP
MOTION



Head-Up Display

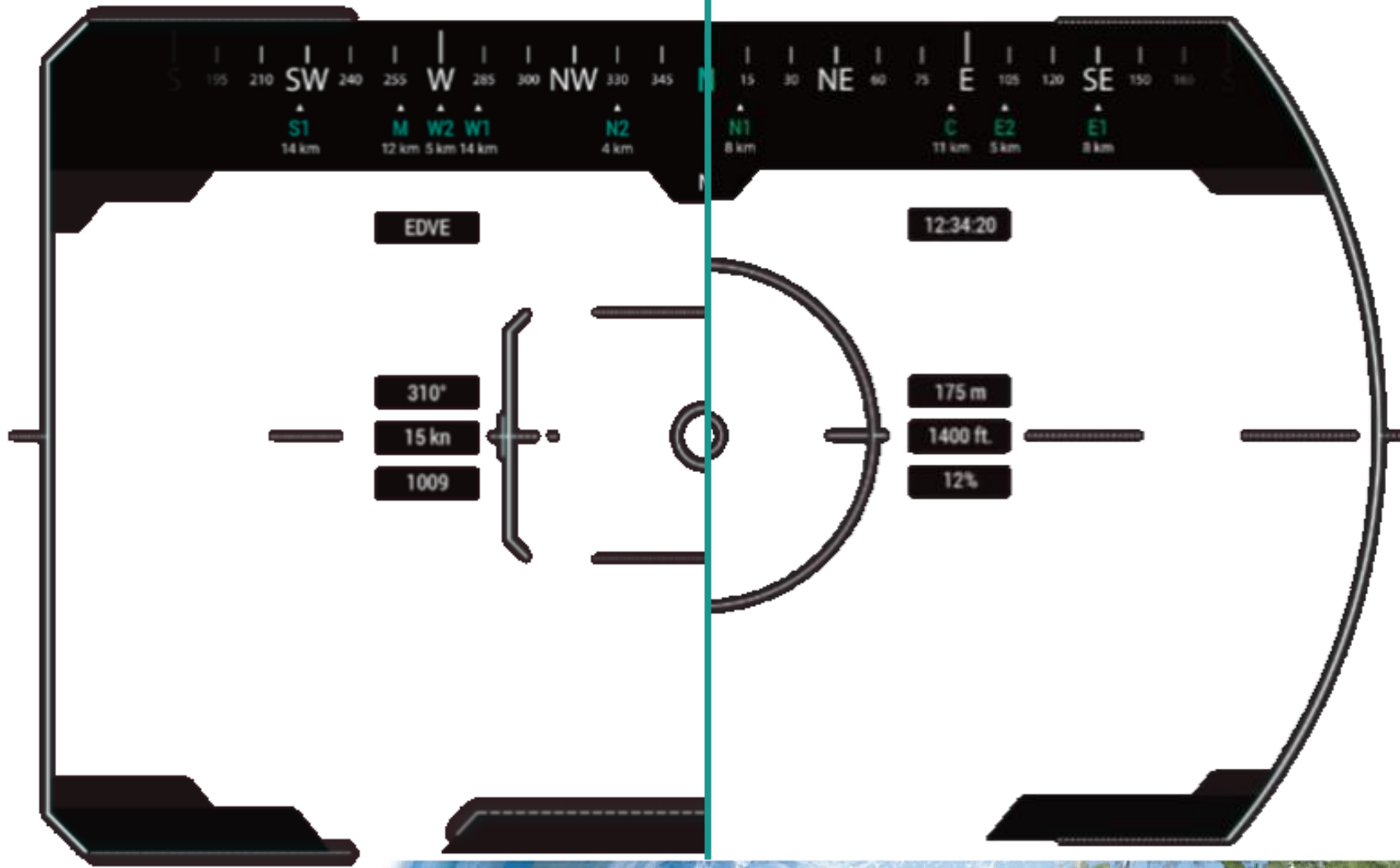


Konzepte Head-Up Display



Konzepte Interaktion

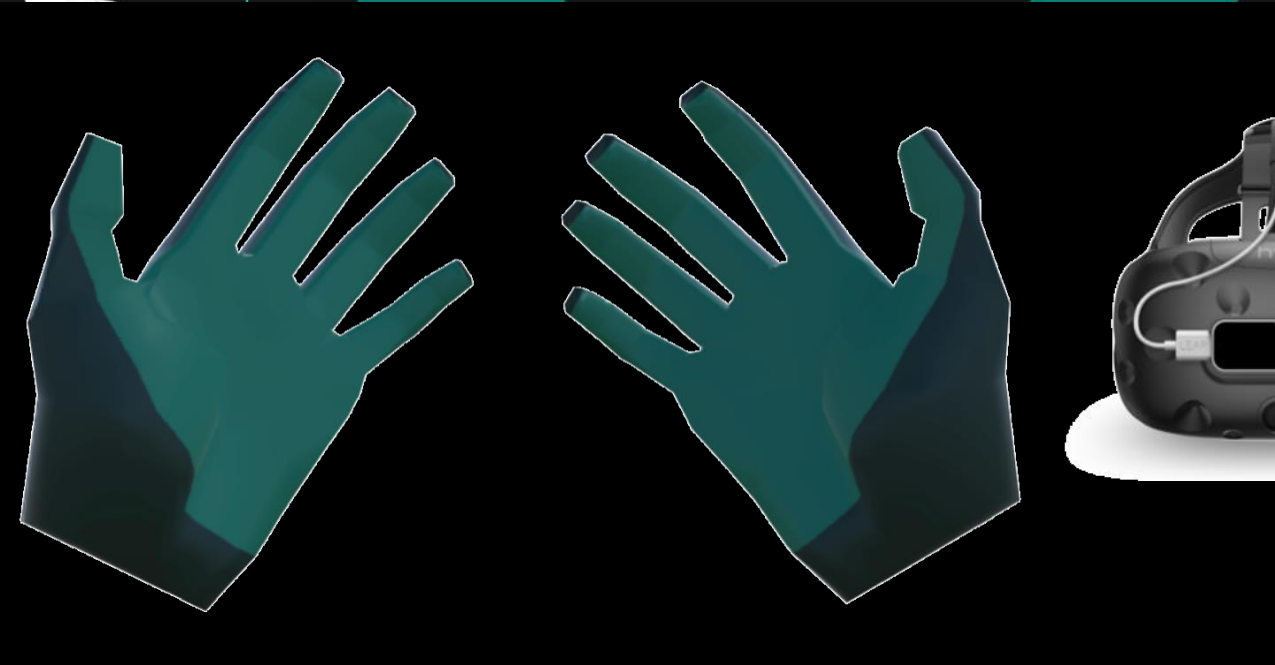
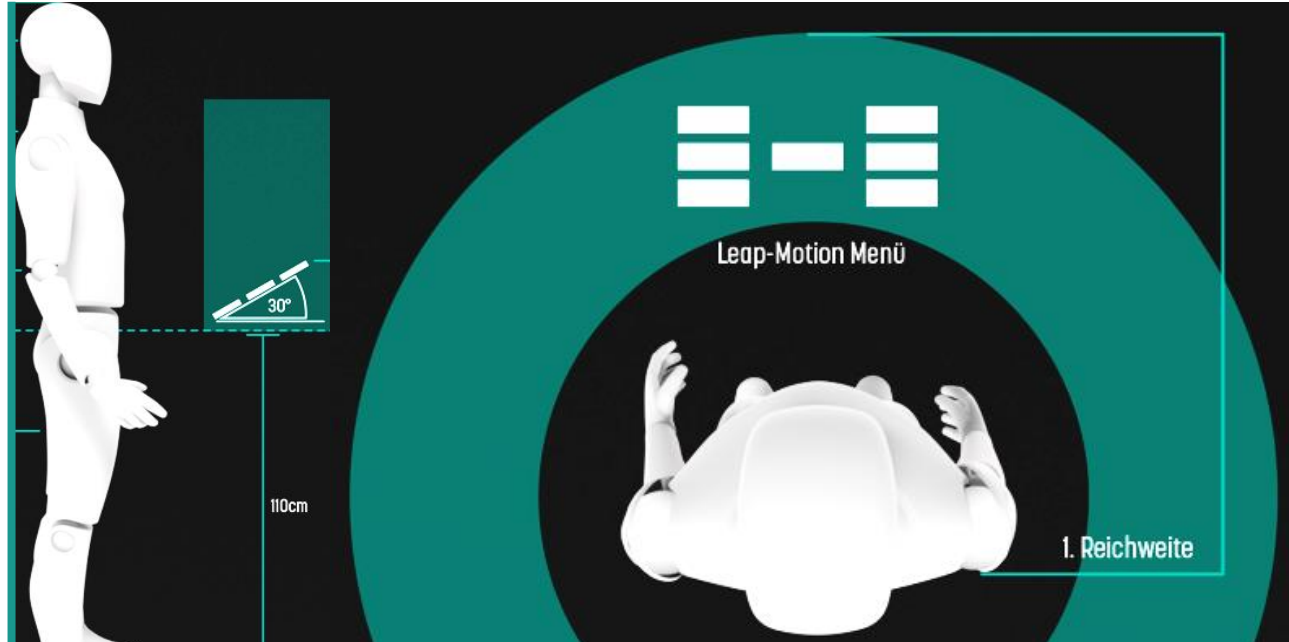
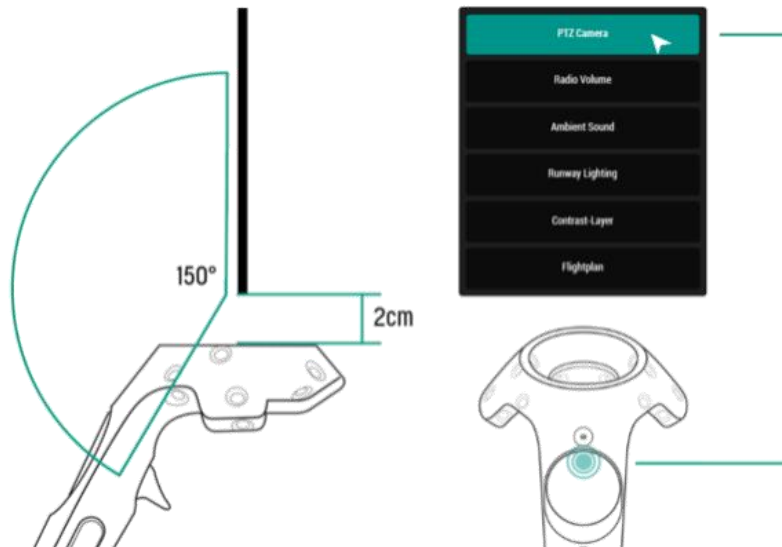
VIVE PRO



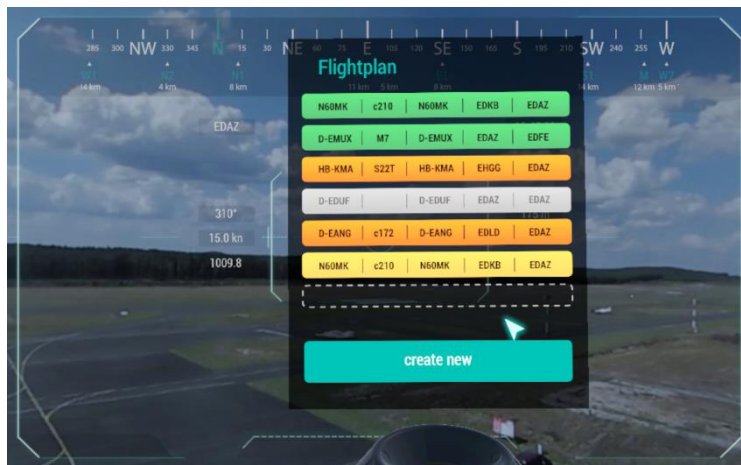
LEAP
MOTION



Konzepte Interaktion



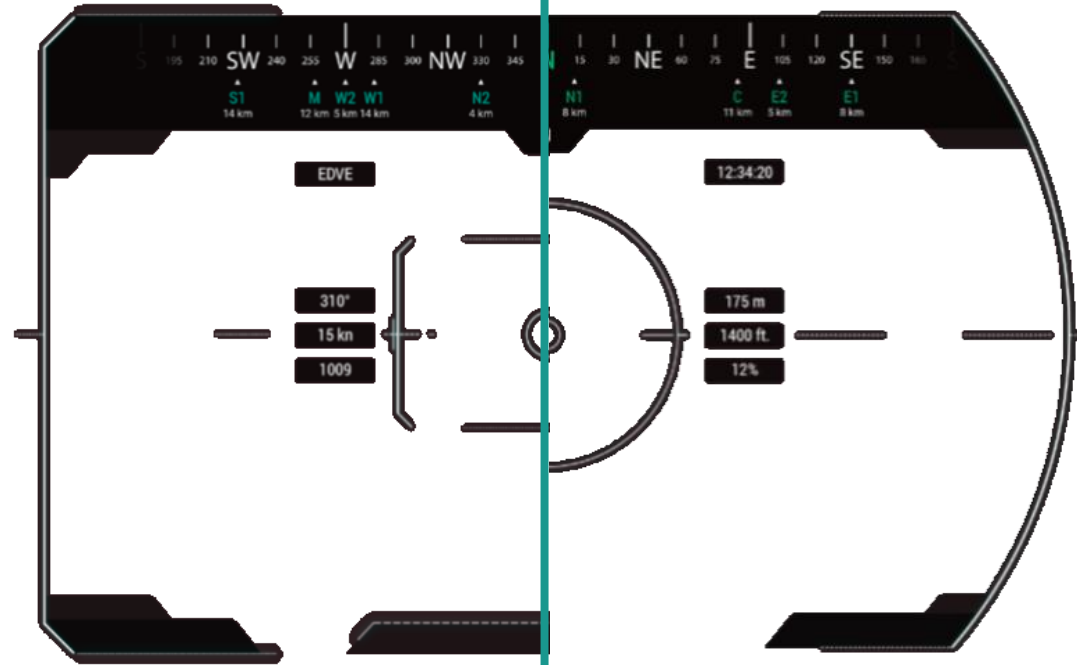
Konzepte Interaktion



Bewertung



Vive Controller

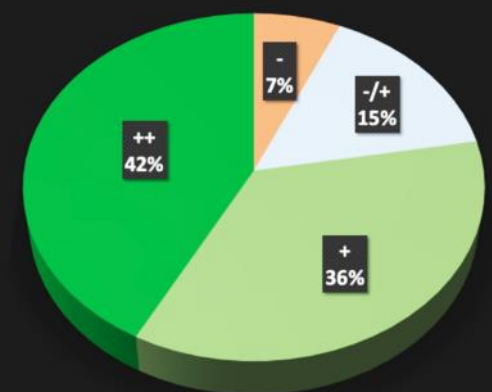
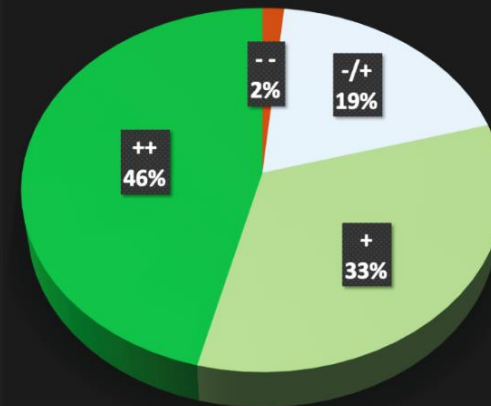
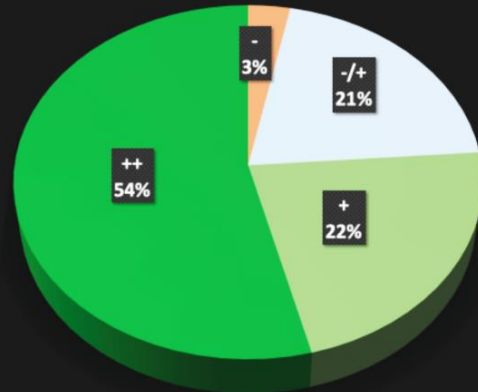
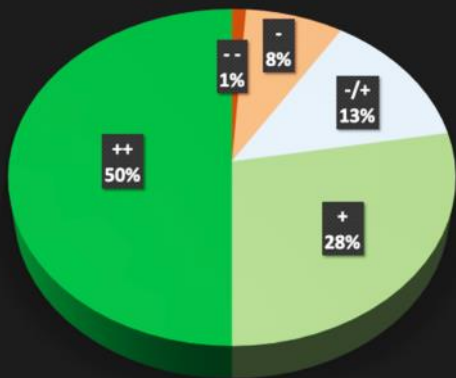


GUI eckig

GUI rund



Leap Motion



Verbesserung

An FOV angepasster Kompass



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Christian Blessmann

Fabian Reuschling

fabian.reuschling@dlr.de

+49 531 295-3606



Wissen für Morgen

